

# Perubahan Agregat Tanah pada Ultisols Jasinga Terdegradasi Akibat Pengolahan Tanah dan Pemberian Bahan Organik

## *Changes of Soil Aggregate on Degraded Jasinga Ultisols by Soil Tillage and Organic Matter Practices*

N.L. NURIDA DAN LINDANG K.<sup>1</sup>

### ABSTRAK

Agregat tanah merupakan karakteristik tanah yang sensitif terhadap perubahan akibat pengolahan tanah. Pemberian bahan organik dan perbedaan pengolahan tanah sangat menentukan kualitas dan kuantitas agregat tanah. Penelitian ini bertujuan untuk memahami perubahan kualitas agregasi tanah akibat pengolahan tanah dan pemberian bahan organik pada Ultisols Jasinga terdegradasi. Penelitian dilaksanakan di Desa Jasinga, Kec. Jasinga, Kab. Bogor pada musim tanam 2003. Rancangan percobaan adalah RAK petak terpisah dengan tiga ulangan. Perlakuan pada petak utama adalah kehilangan tanah: 1) tanah hilang setebal 0,36–4,42 cm (tidak dikupas), 2) tanah hilang setebal 5,16–8,79 cm (tanah dikupas 5 cm), dan 3) tanah hilang setebal 10,18–15,47 cm (tanah dikupas 10 cm). Anak petak adalah: 1) tanah diolah + *Mucuna* sp., 2) tanah tidak diolah tanpa *Mucuna* sp., (3) tanah diolah tanpa *Mucuna* sp., dan (4) tanah tidak diolah + *Mucuna* sp. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian bahan organik segar yang kontinyu pada tanah yang telah kehilangan lapisan atas setebal 0,36–15,47 cm, mampu memelihara agregat makro. Penerapan pengolahan tanah minimum dan pemberian bahan organik secara kontinyu ( $> 21 \text{ t ha}^{-1} \text{ th}^{-1}$ ) meskipun tanpa rehabilitasi dengan *Mucuna* sp. merupakan teknik pengolahan tanah konservasi yang mampu mempertahankan agregasi tanah. Bahan organik yang beragam (*Mucuna* sp., sisa tanaman dan flemingia) perlu diberikan secara periodik guna memelihara kualitas agregasi tanah.

**Kata kunci :** Agregat tanah, Pengolahan tanah, Pemberian bahan organik

### ABSTRACT

Soil aggregate is soil characteristics which is sensitive to change due to soil tillage. Organic matter practices and soil tillage difference have an important role in determining the quality and quantity of soil aggregate. The objective of this research is to study the quality changes of soil aggregation on Ultisols Jasinga degraded by various soil tillage and organic matter practices. This research was carried out at Jasinga Village, Jasinga Sub District, Bogor District in 2003 planting season (PS). The randomized block design with three replications was used. The Main plot was artificial desurfacing which consisted of three treatments, i.e: non-artificial desurfacing, 5 cm depth of artificial desurfacing, and 10 cm depth of artificial desurfacing, whereas sub plot treatments were soil tillage and soil rehabilitation with *Mucuna* sp. (tillage + *Mucuna* sp.), no soil tillage and without rehabilitation (no tillage without *Mucuna* sp.), soil tillage without rehabilitation (tillage without *Mucuna* sp.), and no soil tillage with rehabilitation (no tillage + *Mucuna* sp.). The result of this research showed that periodic application of fresh organic matters was able to maintain the quality of macroaggregate on eroded soil (0.36–15.47 cm). Minimum soil tillage application and continuous organic matter

practices ( $> 21 \text{ t ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$ ) are soil conservation technique that has been able to maintain soil aggregate, even without rehabilitation with *Mucuna* sp. Various organic matters (*Mucuna* sp., plant waste, and flemingia) are needed to be applied periodically to maintain the quality of soil aggregate.

**Keywords :** Soil aggregation, Soil tillage, Organic matter practices

### PENDAHULUAN

Bahan organik, sebagai pemantap agregat tanah, dapat mempertahankan dan memperbaiki kondisi fisik tanah dengan bantuan organisme tanah yang memanfaatkannya sebagai sumber energi. Perbaikan agregat tanah terjadi karena bahan organik dapat berperan sebagai pengikat dalam pembentukan mikroagregat, mesoagregat maupun makroagregat. Posisi dan komposisi bahan organik sangat menentukan pembentukan, distribusi dan stabilitas agregat (Emmerson and Greenland, 1990; Beare *et al.*, 1994). Peningkatan ukuran dan stabilitas agregat akan berpengaruh positif terhadap sifat fisik tanah lainnya antara lain: meningkatnya kapasitas retensi air dan jumlah air tersedia, pori makro dan meso, porositas total, aerasi tanah serta permeabilitas tanah maupun infiltrasi. Selain itu, perbaikan agregat tanah dapat menyebabkan kepekaan tanah terhadap erosi menurun (Kurnia, 1996).

Selain pemberian bahan organik, perbedaan pengolahan tanah sangat menentukan kualitas dan kuantitas agregat tanah. Perbedaan pengolahan tanah akan mempunyai pengaruh yang spesifik terhadap kadar dan *turn over* bahan organik tanah karena adanya perbedaan produksi bahan kering yang dihasilkan dan penempatan residu tanaman

1 Peneliti pada Balai Penelitian Tanah, Bogor.

pada masing-masing pengolahan tanah (Angers *et al.*, 1995). Berbagai penelitian menunjukkan perbaikan kualitas agregat tanah akibat pemberian bahan organik antara lain meningkatnya persentase partikel tanah yang berbentuk agregat (Suwardjo *et al.*, 1989), meningkatnya persentase agregat mantap yang berukuran besar dan menurunkan persentase agregat yang berukuran lebih kecil (Oades, 1990; Kurnia, 1996; Zhang *et al.*, 1997), serta meningkatnya stabilitas agregat (Kurnia, 1996; Lu *et al.*, 1998; Obi, 1999).

Stevenson (1982) mengemukakan bahwa setidaknya ada tiga mekanisme yang berjalan dari unsur pokok bahan organik yang dapat mempengaruhi agregat tanah yakni: (1) bahan organik sebagai pengikat untuk kohesi dari partikel liat melalui ikatan-H dan koordinasi dengan kation polivalen. Flokulasi liat merupakan prasyarat pembentukan agregat melalui pengendapan atau flokulasi dengan koloid liat. Asam humat dan fulvat dapat membentuk ikatan kompleks liat-logam-humus, (2) lendir bahan organik (*gelatinous organic materials*) menyelimuti partikel tanah dan mengikatnya melalui penyemenan. Polisakarida memegang peranan dalam proses ini, dan (3) partikel-partikel tanah diikat bersama-sama melalui ikatan fisik oleh hifa fungi dan akar-akar halus tumbuhan.

Penelitian ini bertujuan untuk memahami perubahan kualitas agregasi tanah pada Ultisols Jasinga yang terdegradasi melalui pengurangan intensitas pengolahan tanah yang disertai pemberian bahan organik secara kontinyu sepanjang tahun.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada Ultisols terdegradasi di Desa Jasinga, Kecamatan Jasinga, Kabupaten Bogor, Propinsi Jawa Barat. Penelitian berlangsung pada musim tanam (MT) 2003. Penelitian merupakan bagian dari penelitian jangka panjang (mulai tahun 1993) pada sistem pertanaman lorong. Perlakuan yang diuji adalah tingkat erosi

dengan cara mengupas tanah lapisan atas (*artificial desurfacing*) mengikuti cara FAO-UN (1985) dikombinasikan dengan teknik pengolahan tanah dan pemberian bahan organik. Perlakuan pengupasan tanah lapisan atas dilakukan pada tahun 1993 terdiri atas pengupasan tanah setebal 5 cm, 10 cm, dan tanah tidak dikupas sebagai kontrol.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah petak terpisah dengan rancangan dasar acak kelompok, tiga ulangan. Petak utama adalah tingkat pengupasan tanah yaitu:

- Dikupas 0 cm = tanah dikupas 0 cm dan telah tererosi setebal 0,36-4,42 cm
- Dikupas 5 cm = tanah dikupas 5 cm dan telah tererosi setebal 0,16-3,79 cm
- Dikupas 10 cm = tanah dikupas 10 cm, telah tererosi setebal 0,18-5,47 cm

Anak petak adalah pengolahan tanah dan pemberian bahan organik:

- Tanah diolah + *Mucuna* sp. : tanah diolah pada MT I, pada MT II tidak diolah, saat bera ditanami *Mucuna* sp., diberi mulsa *Mucuna* sp., sisa tanaman dan *Flemingia congesta* (flemingia)
- Tanah tidak diolah-*Mucuna* sp. : tanah tidak diolah pada MT I dan MT II, diberi mulsa sisa tanaman dan flemingia
- Tanah diolah-*Mucuna* sp. : tanah diolah pada MT I, pada MT II tidak diolah, diberi mulsa sisa tanaman dan flemingia
- Tanah tidak diolah + *Mucuna* sp. : tanah tidak diolah pada MT I dan MT II, saat bera ditanami *Mucuna* sp., diberi mulsa *Mucuna* sp., sisa tanaman dan flemingia

Petak percobaan berukuran 22 m x 3 m, dan pola tanam tanaman pangan yang diterapkan adalah jagung (*Zea mays* L.)-kacang tanah (*Arachis hypogaeae*). Jumlah bahan organik *Mucuna* sp., flemingia dan sisa tanaman yang diberikan sesuai produksi yang dihasilkan pada masing-masing petak.

Untuk mengetahui perubahan agregasi tanah dilakukan pengamatan indeks stabilitas agregat (ISA), agregat stabil tahan air (ASA) dan ukuran agregat rata-rata tertimbang (MWD). Contoh tanah tidak terganggu diambil dari kedalaman 0-20 cm (lapisan atas) untuk melihat agregat tanah.

Petak percobaan merupakan petak penelitian jangka panjang, sehingga terdapat pengaruh perlakuan sebelumnya terhadap agregasi tanah. Untuk itu dilakukan analisis kovarian (ANCOVA)/uji keragaman dengan taraf 5%. Data awal penelitian dan jumlah erosi yang terjadi digunakan sebagai peragam (kovarian). Untuk melihat pengaruh beda nyata dari peubah akibat perlakuan serta interaksinya dilakukan uji jarak berganda Duncan (DMRT = *Duncan Multiple Range Test*) taraf 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik lokasi penelitian

Lokasi penelitian terletak di wilayah yang berombak (lereng 3-5%) sampai bergelombang (lereng 5-15%), dengan jenis tanah Typic Haplohumults atau setara dengan Podsolik Merah Kuning (Kurnia, 1996). Tanah bertekstur liat, sangat masam (pH 4,36), struktur tanah gumpal, dan solumnya tergolong sedang. Pada Tabel 1 diperlihatkan bahwa berat isi di lapisan atas tanah (0-11 cm) adalah  $0,82 \text{ g cm}^{-3}$  dan di lapisan bawah (11-40 cm) sebesar  $0,85 \text{ g cm}^{-3}$ , sedangkan pori aerasi tanah lapisan atas sedang (15,8% vol.) dan lapisan bawah rendah (8,9% vol.). Berdasarkan data pada Tabel 1, kualitas sifat-sifat fisik tanah di lokasi penelitian tergolong rendah.

Berdasarkan klasifikasi iklim Schmidt dan Ferguson (1951), daerah Jasinga termasuk tipe hujan A. Hasil pengukuran pada MT 2003 di lokasi penelitian tercatat curah hujan sebesar  $1.951 \text{ mm th}^{-1}$ . Dibandingkan dengan rata-rata curah hujan di Jasinga selama sembilan tahun (1979-1987) sebesar 2.905 mm, maka curah hujan yang terjadi selama penelitian tergolong lebih kering.

**Tabel 1. Sifat-sifat fisik tanah Typic Haplohumult dan curah hujan tahunan di lokasi Penelitian<sup>1</sup>**

*Table 1. Soil physical properties of Typic Haplohumult and annual rainfall at the research site*

Sifat tanah	0-11 cm	11-40 cm
Tekstur:		
• Pasir (%)	7,9	7,1
• Debu (%)	22,6	18,3
• Liat (%)	69,5	74,6
Bobot isi ( $\text{g cm}^{-3}$ )	0,82	0,85
Pori aerasi (% vol.)	15,75	8,85
Pori air tersedia (% vol.)	18,80	21,30
CH (MT 2003) <sup>2</sup>	$1.951 \text{ mm th}^{-1}$	
CH (1979-1987) <sup>1</sup>	$2.905 \text{ mm th}^{-1}$	

Sumber: <sup>1</sup> Kurnia (1996); <sup>2</sup> Hasil pengukuran

### Bahan organik yang diberikan dan jumlah tanah yang hilang

Jumlah tanah yang hilang selama periode 1993-2001 melalui erosi berkisar 0,59-4,56 cm atau rata-rata  $0,07\text{-}0,57 \text{ cm th}^{-1}$ , bervariasi tergantung perlakuan yang diberikan (Tabel 2). Jumlah bahan organik segar yang diberikan selama penelitian berlangsung cukup besar yaitu sekitar 17,44-21,49  $\text{t ha}^{-1}$  yang bersumber dari flemingia sebagai tanaman pagar, *Mucuna* sp. sebagai tanaman rehabilitasi dan sisa tanaman jagung. Perbedaan jenis dan jumlah bahan organik segar yang diberikan dan adanya perbedaan jumlah tanah yang hilang, kemungkinan akan berpengaruh terhadap agregasi tanah, baik setelah panen jagung maupun setelah panen kacang tanah. Selama pertanaman jagung, jenis bahan organik yang dominan adalah flemingia (62,5-100%), sedangkan selama pertanaman kacang tanah didominasi oleh sisa tanaman jagung (60,8-71,8%).

Masing-masing bahan organik yang diberikan mempunyai kualitas yang berbeda, khususnya ditinjau dari kadar lignin dan selulosa. Flemingia mempunyai kadar lignin yang paling tinggi yaitu 19,65%, kadar selulosa sebesar 34,37% (nisbah lignin/selulosa = 0,57), sedangkan sisa tanaman jagung mempunyai kadar lignin tergolong paling

**Tabel 2. Jumlah bahan organik segar yang diberikan selama penelitian dan jumlah tanah yang hilang pada awal penelitian pada masing-masing perlakuan**

*Table 2. The organic matter given during the study and soil loss at the beginning of the study in each treatment*

Perlakuan	Bahan organik segar yang diberikan selama MT 2002/2003						Jumlah tanah hilang (1993-2001)	
	Selama jagung (MT I)			Selama kacang tanah (MT II)			Total	Rata-rata
	Fle	Mu	Total	Fle	Jg	Total		
	..... t ha <sup>-1</sup> .....						cm	cm th <sup>-1</sup>
Dikupas 0 cm	8,60	1,78	10,38	2,41	5,61	8,02	18,41	1,49
Dikupas 5 cm	9,91	1,93	11,84	2,74	6,75	9,49	21,32	1,28
Dikupas 10 cm	9,36	2,24	11,60	5,10	7,91	13,01	19,50	1,86
Diolah + <i>Mucuna</i> sp.	5,98	3,59	9,57	1,87	6,02	7,89	17,44	4,56
Tidak diolah- <i>Mucuna</i> sp.	11,72	0	11,72	4,04	5,72	9,76	21,49	0,80
Diolah- <i>Mucuna</i> sp.	10,16	0	10,16	2,57	6,15	8,73	18,89	0,23
Tidak diolah + <i>Mucuna</i> sp.	9,30	4,34	13,64	2,12	5,39	7,51	21,15	0,59

Keterangan : Fle = *Flemingia congesta*; Mu = *Mucuna* sp. ; Jg = jagung

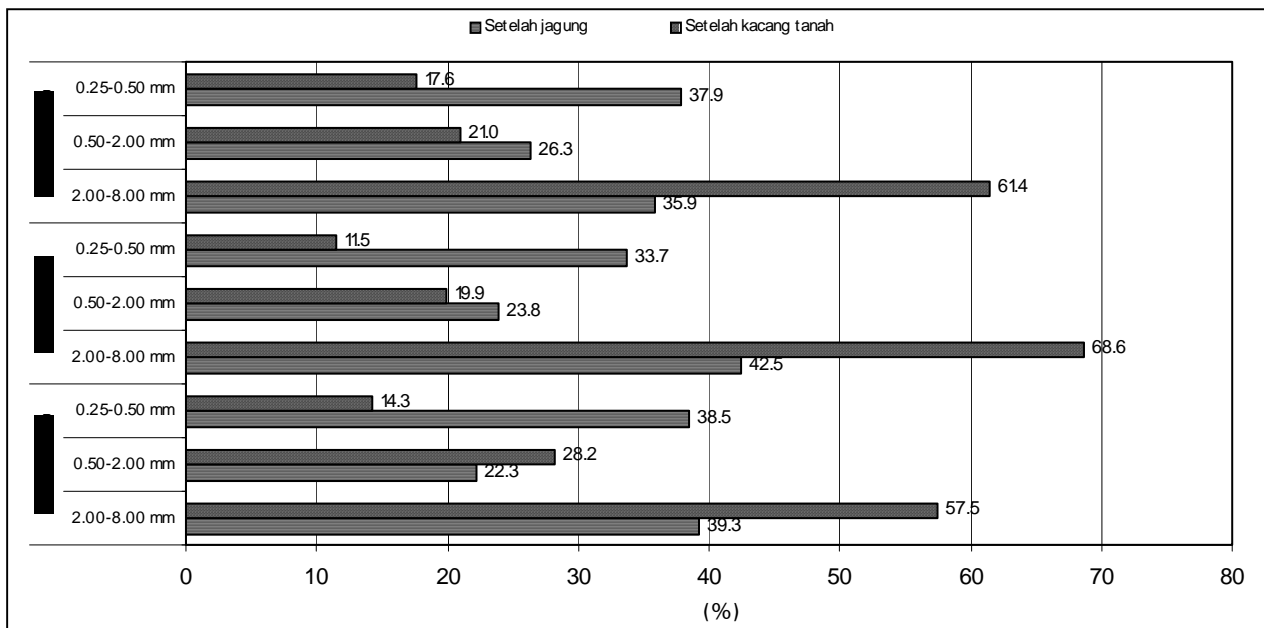
rendah hanya 4,13% namun kadar selulosanya paling tinggi yaitu 45,03% (nisbah lignin/selulosa = 0,09). *Mucuna* sp. mempunyai kadar selulosa paling rendah, namun kadar ligninnya cukup besar yaitu 12,08% (nisbah lignin/selulosa = 0,39). Lignin dan selulosa merupakan senyawa organik pada tanaman yang menghasilkan C-organik di mana lignin tergolong senyawa yang sukar didekomposisi, sedangkan selulosa lebih mudah didekomposisi (Stevenson, 1982). Dilihat dari nisbah lignin/selulosa, maka bahan organik sisa tanaman jagung paling mudah terdekomposisi, sedangkan bahan organik *flemingia* akan lebih sulit terdekomposisi.

### Agregasi tanah

Stabilitas makroagregat atau agregat stabil tahan air merupakan agregat yang tahan air atau agregat yang tidak hancur oleh pembasahan, sedangkan *Mean Weighted Diameter* (MWD) adalah ukuran rata-rata tertimbang diameter agregat tanah. Agregat stabil tahan air merupakan agregat berukuran makro (> 0,25 mm), dapat dirinci lagi berdasarkan berbagai ukuran agregat yaitu 0,25-0,5 mm, 0,5-8,0 mm, dan 2,0-8,0 mm. Agregat stabil tahan air (ASA), MWD, dan indeks stabilitas agregat (ISA) digunakan sebagai indikator kualitas agregasi tanah. Makin tinggi persentase ASA dan ISA serta makin besar ukuran MWD, makin baik kualitas agregasi tanah.

### Agregat stabil tahan air (ASA)

Perbedaan tingkat pengupasan tanah tidak berpengaruh terhadap ASA yang berukuran 0,25-0,5 mm, 0,5-2,00 mm, dan 2,00-8,00 mm baik setelah panen jagung maupun setelah panen kacang tanah (Gambar 1). Jika dibandingkan antar musim tanam pertama (setelah jagung) dengan musim tanam kedua (setelah panen kacang tanah), maka terlihat adanya perubahan ukuran ASA di mana terjadi penurunan persentase ukuran 0,25-0,5 mm hingga >50% dan penurunan ukuran 0,50-2,00 mm sebesar 16-26%, sedangkan ukuran 2,00-8,00 mm meningkat 46,5-71,4%. Hal ini menunjukkan bahwa tanpa adanya pengolahan pada musim tanam kedua menyebabkan persentase ASA berukuran 0,25-0,5 mm meningkat terutama pada ASA berukuran 2,00-8,00 mm. Pemberian bahan organik segar yang kontinyu sebesar 19,50-21,32 t ha<sup>-1</sup> (Tabel 2) pada tanah yang telah kehilangan lapisan atas setebal 0,36-15,47 cm, mampu memelihara agregat makro. Agregat makro tersebut sangat tergantung pada pemantap organik sementara (*extracellular polysaccharides*) yang dikeluarkan mikroorganisme, jaringan hifa dan akar tanaman. Menurut Oades (1990) pada partikel tanah berukuran lebih besar dari 200  $\mu$ m (> 0,2 mm), komponen utama bahan organik terdiri atas lignin, selulose, dan komponen tanaman seperti akar tanaman, hifa, dan sisa tanaman dengan nisbah C/N tinggi.



**Gambar 1.** Agregat stabil tahan air (ASA) berukuran 0,25-0,50 mm, 0,50-2,00 mm, dan 2,00-8,00 mm pada perlakuan pengupasan tanah setelah panen jagung dan setelah panen kacang tanah

*Figure 1.* Water stable aggregate (WSA) size 0.25-0.50 mm, 0.50-2.00, mm and 2.00-8.00 mm in the artificial desurfacing treatments after corn and peanut harvested

Tanah yang diolah baik dengan maupun tanpa direhabilitasi *Mucuna* sp. mempunyai proporsi ASA berukuran <0,50 mm lebih besar dibandingkan tanah tidak diolah yaitu sekitar 39,1-42,4% setelah panen jagung dan 15,4-18,7% setelah panen kacang tanah. Setelah panen kacang tanah atau setelah dua musim tanam baru terlihat adanya perbedaan antar perlakuan di mana tanah yang tidak diolah dan direhabilitasi dengan *Mucuna* sp. memiliki ASA berukuran 0,50-2,00 mm paling rendah (16,3%) namun mempunyai ASA berukuran 2,00-8,00 mm paling tinggi (75,0%) berbeda nyata dengan tanah yang diolah meskipun direhabilitasi dengan *Mucuna* sp. (Tabel 3).

Pemberian bahan organik yang lebih tinggi selama pertanaman jagung pada tanah yang tidak diolah menyebabkan persentase ASA berukuran >0,50 mm tetap tinggi, dan rehabilitasi dengan *Mucuna* sp. pada musim kemarau tidak berpengaruh terhadap persentase ASA berukuran >0,50 mm. Hal ini berarti pengurangan intensitas pengolahan tanah

sangat berpengaruh pada perubahan ukuran agregat makro (ASA). Hal ini juga berkaitan dengan besarnya bahan organik yang diberikan pada tanah yang tidak diolah dan ditanami *Mucuna* sp. yaitu mencapai 21,15 t ha<sup>-1</sup> th<sup>-1</sup>. Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa tanah yang tidak diolah selama dua musim tanam tetapi selalu diberikan bahan organik segar yang cukup tinggi (>21,0 t ha<sup>-1</sup> th<sup>-1</sup>) mampu mempertahankan kualitas agregat berukuran besar. Selain jumlahnya, jenis bahan organik yang diberikan berpengaruh terhadap kualitas agregat tanah, pada tanah yang tidak diolah dan direhabilitasi dengan *Mucuna* sp. Selama satu tahun, bahan organik yang diberikan pada perlakuan tersebut merupakan kombinasi antara bahan organik dengan nisbah C/N tinggi (flemingia) dan rendah (jagung dan *Mucuna* sp.). Hasil penelitian Blanco-Canui dan Lal (2004) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pengaruh nisbah C/N bahan organik terhadap agregat tanah dalam jangka panjang di mana pengaruh bahan organik dengan nisbah C/N tinggi bersifat gradual

**Tabel 3. Agregat stabil tahan air (ASA) pada perlakuan pengolahan tanah dan pemberian bahan organik setelah panen jagung dan setelah panen kacang tanah***Table 3. Water stable aggregate (WSA) in the soil tillage and applying organic matter treatments after corn and peanut harvested*

Perlakuan	% ASA		
	0,25-0,5 mm	0,5-2,00 mm	2,00-8,00 mm
<i>Setelah panen jagung (MT I)</i>			
Diolah + <i>Mucuna</i> sp.	39,1 ab	23,5 a	37,4 a
Tidak diolah – <i>Mucuna</i> sp.	32,0 b	27,1 a	40,9 a
Diolah – <i>Mucuna</i> sp.	42,4 a	21,1 a	36,5 a
Tidak diolah + <i>Mucuna</i> sp.	31,9 b	26,0 a	42,1 a
<i>Setelah panen kacang tanah (MT II)</i>			
Diolah + <i>Mucuna</i> sp.	18,7 a	30,5 a	50,8 b
Tidak diolah – <i>Mucuna</i> sp.	15,1 ab	26,5 ab	58,4 ab
Diolah – <i>Mucuna</i> sp.	15,4 ab	18,7 b	65,9 ab
Tidak diolah + <i>Mucuna</i> sp.	8,7 b	16,3 b	75,0 a

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf sama dalam kelompok perlakuan yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%

dan bertahan lama dalam tanah, sedangkan pengaruh bahan organik dengan nisbah C/N rendah bersifat sementara (*transient*).

Peningkatan proporsi agregat mantap berukuran besar (2,0-8,0 mm) pada tanah yang tidak diolah dan direhabilitasi dengan *Mucuna* sp. meningkatkan pori makro sehingga berdampak pada peningkatan infiltrasi dan penurunan aliran permukaan. Selain itu, hasil penelitian Pujiyanto (2004) menginformasikan bahwa peningkatan persentase agregat mantap berukuran besar (> 2,0 mm) berakibat pada penurunan erapan P sehingga diperkirakan efisiensi pemupukan P akan meningkat.

#### **Indeks stabilitas agregat (ISA) dan mean weighted diameter (MWD)**

Seperti halnya ASA, ternyata hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan tingkat pengupasan tanah tidak berpengaruh terhadap ISA dan MWD baik setelah panen jagung maupun setelah panen kacang tanah. Jika digunakan klasifikasi indeks stabilitas agregat dari Lembaga Penelitian Tanah (1979) terlihat bahwa pada awal penelitian agregat tanah tergolong stabil (62,1-67,8%) menjadi agak stabil (53,8-57,0%) setelah panen jagung dan

menurun lagi menjadi kurang stabil (39,1-49,2%) setelah panen kacang tanah. Jika dibandingkan dengan kondisi awal, terjadi penurunan ISA pada tanah yang tidak dikupas dan peningkatan MWD pada tanah yang dikupas 5 cm. Tanah yang dikupas 10 cm mempunyai agregasi tanah yang lebih fluktuatif (Tabel 4). Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan bahan organik segar yang kontinyu sebesar 19,50-21,32 t ha<sup>-1</sup> th<sup>-1</sup> (Tabel 2), khususnya pada tanah yang dikupas 5 cm mampu memelihara agregat makro yang dapat dilihat dari stabilitas agregat (ISA) dan ukuran agregat (MWD).

Pengolahan tanah pada musim tanam pertama ternyata tidak berpengaruh terhadap ISA dan MWD, namun setelah panen kacang tanah di mana tidak dilakukan pengolahan tanah terlihat bahwa tanah yang tidak diolah selama dua musim tanam yang disertai rehabilitasi dengan *Mucuna* sp. (tidak diolah + *Mucuna* sp.) mempunyai ISA yang tidak berbeda nyata namun mempunyai ukuran MWD yang nyata lebih besar dibandingkan perlakuan lainnya (Tabel 4). Besarnya ukuran MWD pada perlakuan tidak diolah + *Mucuna* sp., kemungkinan berkaitan dengan lebih tingginya kandungan C-organik yaitu 2,8% dibandingkan perlakuan lainnya

**Tabel 4. ISA dan MWD pada perlakuan pengupasan tanah dan pengolahan tanah dan pemberian bahan organik di awal, setelah panen jagung, dan setelah panen kacang tanah**

*Table 4. Aggregate stability index and the mean weighted diameter (MWD) at the artificial desurfacing, soil tillage and applying organic matter treatments after corn and peanuts harvested*

Perlakuan	Awal	Setelah jagung	Setelah kacang tanah	Awal	Setelah jagung	Setelah kacang tanah
	ISA			MWD		
	..... mm .....					
Dikupas 0 cm	63,7 a	57,0 a	39,1 a	3,4 a	2,6 a	3,8 a
Dikupas 5 cm	62,1 a	53,8 a	47,2 a	2,9 a	2,8 a	4,5 a
Dikupas 10 cm	67,8 a	54,7 a	49,2 a	3,3 a	2,4 a	4,0 a
Diolah + <i>Mucuna</i> sp.	58,7 b	62,7 a	35,7 a	3,5 a	2,4 a	3,4 b
Tidak diolah – <i>Mucuna</i> sp.	58,5 b	50,9 a	50,6 a	3,2 a	2,7 a	3,7 ab
Diolah – <i>Mucuna</i> sp.	64,8 b	56,0 a	55,3 a	2,9 a	2,5 a	4,2 ab
Tidak diolah + <i>Mucuna</i> sp.	76,2 a	51,1 a	39,0 a	3,2 a	2,8 a	4,8 a

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf sama dalam kelompok perlakuan yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%.

(Nurida, 2006). Hasil penelitian Widowati (2001) memperlihatkan adanya korelasi antara kandungan C-organik dengan MWD, di mana koefisien korelasinya sebesar 0,508 ( $P \leq 0,01$ ), artinya semakin besar kandungan C-organik semakin besar ukuran MWD.

Perlakuan tersebut mampu mempertahankan kualitas agregat tanah baik dilihat dari stabilitas agregat tanah maupun besarnya ukuran agregat. Penanaman *Mucuna* sp., penyebaran biomasa *Mucuna* sp., jagung dan flemingia sepanjang tahun dan disertai rendahnya gangguan mekanik terhadap tanah mampu mempertahankan ukuran agregat yang berukuran besar. Bahan organik tersebut dapat berperan sebagai pemantap mikroagregat, meso-agregat dan makroagregat sehingga tanpa gangguan mekanik, agregat berukuran besar lebih terlindungi.

#### **Korelasi agregat tanah dengan fraksi bahan organik**

Pengaruh pengolahan tanah terhadap kemantapan agregat bersifat langsung dan tidak langsung. Pengaruh tidak langsung terjadi melalui perubahan kadar bahan organik tanah baik jumlah maupun posisinya. Ding *et al.* (2002) mendapatkan adanya perubahan agregat tanah berkaitan dengan

perubahan fraksi bahan organik labil. Pengolahan tanah menghancurkan fraksi bahan organik yang tidak terlindungi secara fisik dalam makroagregat berupa pemantap agregat sementara yang berfungsi mengikat mikroagregat menjadi makroagregat (Balesdent *et al.*, 2000; Sainju *et al.*, 2003). Pada Tabel 5 diperlihatkan korelasi antara agregat tanah dengan fraksi bahan organik tanah (C-organik, C-mikroorganisme/ $C_{mic}$ , *particulate organic matter*/POM, dan nisbah POM/C-organik) pada tanah yang diolah minimum (hanya musim tanam pertama tanah diolah) dan tanpa olah tanah (dua musim tanam tidak diolah).

Pada Ultisols Jasinga yang telah terdegradasi, bila tanah tidak diolah perubahan agregat tanah (WSA, MWD dan ISA) tidak berkorelasi dengan perubahan fraksi bahan organik, namun bila tanah diolah minimum, perubahan pada agregat tanah kecuali WSA berukuran kecil (0,25-5,00 mm) berkorelasi dengan perubahan pada fraksi bahan organik labil berupa POM. Semakin besar proporsi WSA berukuran 2,00-8,00 mm dan MWD serta semakin kecil proporsi WSA berukuran 0,50-2,00 mm, semakin rendah kandungan POM dan nisbah POM/C-organik. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin kecil proporsi ukuran agregat tanah

**Tabel 5. Korelasi agregat tanah dengan fraksi bahan organik tanah pada tanpa olah tanah dan olah tanah minimum***Table 5. The correlation between soil aggregate and fraction soil organic matter in no tillage and soil minimum tillage practices*

Fraksi bahan organik	ASA 2,00-8,00 mm	ASA 0,50-2,00 mm	ASA 0,25-0,50 mm	MWD	ISA
<i>Tanpa olah tanah selama dua musim tanam</i>					
C-organik	-0,002	0,038	-0,018	0,037	-0,037
C <sub>mic</sub>	0,052	-0,247	0,103	0,031	0,182
POM	-0,098	-0,022	0,161	-0,110	0,054
POM/C-organik	-0,110	-0,048	0,130	-0,117	0,057
<i>Olah tanah minimum (diolah pada musim tanam pertama)</i>					
C-organik	-0,055	-0,176	0,168	0,102	0,481 **
C <sub>mic</sub>	0,219	-0,289	-0,109	0,251	0,145
POM	-0,402 **	0,411 *	0,310	-0,388 *	-0,101
POM/C-organik	-0,350 *	0,362 *	0,243	-0,317 *	-0,142

Keterangan: \* =  $P \leq 0,05$ ; \*\* =  $P \leq 0,01$

semakin besar kandungan POM. Hasil penelitian Pikul *et al.* (2007) menunjukkan bahwa nisbah POM/C-organik sangat berkorelasi dengan WSA berukuran 0,7-6,00 mm dengan koefisien korelasi sebesar 0,883 ( $P \leq 0,01$ ). Pengolahan tanah akan menghancurkan agregat tanah menjadi ukuran lebih kecil sehingga bahan organik yang mengisi pada zone intra agregat seperti POM (Dao, 1998). Oleh sebab itu, proses pengolahan tanah memberikan akses pada mikroorganisme untuk menjangkau C-organik yang terlindungi secara fisik dalam agregat mikro (POM) sehingga proses mineralisasi pada tanah yang diolah berjalan lebih cepat.

Pada Ultisols Jasinga yang terdegradasi, pengembalian bahan organik sangat penting untuk mempertahankan agregat tanah. Kualitas agregat tanah yang baik akan berdampak pada terpeliharanya fraksi bahan organik tanah. Penerapan pengolahan tanah minimum, yaitu pengolahan tanah yang dilakukan pada saat tanam jagung dan saat penanaman kacang tanah tidak dilakukan pengolahan tanah, walaupun tanpa direhabilitasi *Mucuna* sp. mampu mempertahankan kualitas agregasi tanah. Tidak adanya gangguan mekanik terhadap tanah selama pertanaman kacang tanah kemungkinan menyebabkan pemantapan organik sementara tidak hancur, sehingga mampu mempertahankan agregat tanah air pada semua

perlakuan. Itulah sebabnya pengaruh pengolahan tanah hanya nyata pada saat tanah baru diolah, tetapi tidak nyata setelah tidak dilakukan lagi pengolahan tanah pada musim berikutnya.

## KESIMPULAN

1. Pemberian bahan organik segar yang kontinyu sebanyak 19,50-21,32 t ha<sup>-1</sup> th<sup>-1</sup> pada tanah yang telah kehilangan lapisan atas setebal 0,36-15,47 cm, mampu memelihara agregat makro (ASA berukuran >0,50 mm), ISA, dan MWD.
2. Perlakuan tanpa olah tanah selama dua musim tanam yang disertai pemberian bahan organik (> 21 t ha<sup>-1</sup> th<sup>-1</sup>) mampu mempertahankan kualitas agregat tanah, baik dilihat dari stabilitas agregat tanah maupun besarnya ukuran agregat.
3. Penerapan pengolahan tanah minimum dan pemberian bahan organik secara kontinyu (21,15 t ha<sup>-1</sup> th<sup>-1</sup>) tanpa rehabilitasi dengan *Mucuna* sp. pada Ultisols Jasinga yang telah terdegradasi, merupakan teknik pengolahan tanah konservasi yang mampu mempertahankan kualitas agregat tanah.
4. Pemberian bahan organik dengan nisbah C/N tinggi (*flemingia*) dan nisbah rendah (*Mucuna* sp., sisa tanaman jagung) yang diberikan secara



periodik dengan dosis  $> 21 \text{ t ha}^{-1} \text{ th}^{-1}$  mampu memelihara kualitas agregat tanah.

5. Perubahan agregat tanah (WSA 0,25-8,00 mm dan MWD) pada Ultisols Jasinga yang terdegradasi yang diolah minimum berkorelasi dengan perubahan pada fraksi bahan organik labil (POM dan POM/C-organik), sedangkan pada aplikasi tanpa olah tidak ada korelasi antara agregat tanah dengan fraksi bahan organik.
6. Bila Ultisols Jasinga yang terdegradasi akan dikelola secara intensif, maka perlu selalu menjaga kualitas agregat tanah, yaitu dengan menerapkan pengolahan tanah minimum dan pemberian bahan organik segar yang beragam secara periodik (*Mucuna* sp., sisa tanaman, dan flemingia) dengan jumlah sekitar 18,89-21,49 t  $\text{ha}^{-1}$ .

#### DAFTAR PUSTAKA

- Angers, D.A., R.P. Voroney, and D. Cote. 1995.** Dynamics of soil organic matter and corn residue affected by tillage practices. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 59:1311-1315.
- Balesdent, J., C. Chenu, and M. Balabane. 2000.** Relationship of soil organic matter dynamics to physical protection and tillage. *Soil Till. Res.* 53:215-230.
- Beare, M.H., M.L. Cabrera, P.F. Hendrix, and D.C. Coleman. 1994.** Aggregate-protected and unprotected organic matter pools in conventional and no tillage soils. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 58:786-795.
- Blanco-Canqui, H. and R. Lal. 2004.** Mechanisms of carbon sequestration in soil aggregates. *Cri. Rev. in Plant Sci.* 23(6):481-504.
- Dao, T.H. 1998.** Tillage and crop residue effects on carbon dioxide evolution and carbon storage in Paleustoll. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 62:250-256.
- Ding, D., J.M. Novak, D. Amarasiriwardena, P.G. Hunt, and B. Xing. 2002.** Soil organic matter characteristics as affected by tillage management. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66:421-429.
- Emmerson, W.W. and D.J. Greenland. 1990.** Soil aggregates formation and stability. Pp 485-512. *In* M.F. De Boodt, M.H.D. Hayes, A. Herbillon (Eds.). *Soil Colloids and Their Assosiation in Aggregates*. New York: Plenum Press.
- FAO-UN. 1985.** Erosion-Induced Loss in Soil Productivity: A Research Design. *Soil Conservation Programme, Land and Water Development Division. Working Paper No. 2.* AGLS, FAO Rome.
- Kurnia, U. 1996.** Kajian Metode Rehabilitasi Lahan untuk Meningkatkan dan Melestarikan Produktivitas Tanah. Disertasi Fakultas Pasca Sarjana, IPB. Bogor.
- Lu, G., K. Sakagami, H. Tanaka, and R. Hamada. 1998.** Role of organic matter in stabilization of water stable aggregates in soils under different types of land use. *Soil Sci. Plant Nutr.* 44(2):147-155.
- Nurida, N.L. 2006.** Peningkatan Kualitas Ultisols Jasinga Terdegradasi dengan Pengolahan Tanah dan Pemberian Bahan Organik. Disertasi Sekolah Pasca Sarjana, IPB. Bogor
- Oades, J.M. 1990.** Association of colloids in soil aggregates. Pp 463-483. *In* M.F. De Boodt, M.H.D. Hayes, and A. Herbillon (Eds.). *Soil Colloids and their Assosiation in Aggregates*. New York: Plenum Press.
- Obi, M.E. 1999.** The physical and chemical responses of a degraded sandy clay loam soil to cover crop in Southern Nigeria. *Plant Soil.* 211:165-172.
- Pikul, J.L., S. Osborne, M. Elisbury, and W. Reidelf. 2007.** Particulate organic matter and water-stable aggregation of soil under constrating management. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 71:766-776.
- Pujiyanto. 2004.** Perbaikan Tanah Perkebunan Kakao dengan Penambahan Bahan Organik dan Penanaman Penutup Tanah. Disertasi Sekolah Pasca Sarjana, IPB. Bogor.

- Sainju, U.M., T.H. Terrill, S. Gelaye, and B.P. Singh. 2003.** Soil aggregation and nitrogen pools under rhizoma peanut and perennial weeds. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 67:146-155.
- Stevenson, F.J. 1982.** Humus Chemistry, Genesis, Composition, Reaction. 2<sup>nd</sup> ed. New York. John Wiley and Sons.
- Suwardjo, A. Abdurachman, and S. Abunyahin. 1989.** The use of crop residue mulch to minimize tillage frequency. *Pembert. Pen. Tanah dan Pupuk* 8:31-37.
- Widowati, L.R. 2001.** Aggregate Size Effects on Extractable Phosphorus in Acid Upland Soils. Thesis Master of Science, University of The Philippines. Los Banos.
- Zhang, H. K.H. Hartge, and H. Ringe. 1997.** Effectiveness of organic matter incorporation in reducing soil compactibility. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 61:239-245.